Markus Kitunen

Tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskenta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

2.2.2017

Metropolia

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Markus Kitunen Tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskenta 27 sivua 2.2.2017
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko LVI-projektipäällikkö Jere Pirhonen

Rakennuksesta tehtävä tietomalli on osa nykypäivän rakentamista. Se auttaa havainnollistamaan paremmin suuria kokonaisuuksia ja pieniä yksityiskohtia. Tietomallin monipuolisten hyödyntämismahdollisuuksien seurauksena syntyi idea käyttää sitä hyväksi LVI-kustannuslaskennassa. Opinnäytetyössä perehdytään tietomallipohjaiseen LVI-kustannuslaskentaan ja siihen liittyviin ongelmiin. Samalla sitä verrataan perinteisin menetelmin tehtyyn LVI-kustannuslaskentaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tietomallipohjaisen LVI-kustannuslaskennan toteutusmahdollisuuksia ja selvittää prosessin vaatimat työtavat ja -menetelmät. Opinnäytetyössä käydään läpi vaihe vaiheelta tietomallipohjaisen LVI-kustannuslaskentaprosessin vaiheet. Kaikki prosessin vaiheet on selitetty yksityiskohtaisesti. Tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskentaprosessi ei ole ongelmaton. Prosessin aikana vastaan tulevia ongelmia analysoidaan ja niiden merkittävyyttä urakkahintaan arvioidaan. Opinnäytetyön lähteinä on käytetty pääasiassa sen kirjoittajan omaa kokemusta ja tutkimustyötä, ja Rakennustieto Oy:n ohjekortteja.

Lopuksi prosessin vaiheita ja sen hyötyjä analysoidaan. Menetelmä on käytännössä valmis, mutta kohteita on laskettu vasta muutama, joten menetelmän vertaaminen perinteiseen LVI-kustannuslaskentaan on hankalaa. Tietomallipohjaista kustannuslaskentaa voidaan hyödyntää myös muissakin urakan vaiheissa kuin vain urakkalaskenta- ja tarjouslaskentavaiheissa. Se sopii käytettäväksi myös lisä- ja muutostöiden laskemiseen. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää aikataulun ja resurssisuunnitelmien laatimisessa.

Avainsanat	kustannuslaskenta, tietomalli, LVI

Author Title Number of Pages Date	Markus Kitunen Building information modeling based cost calculation for HVAC 27 pages 2 February 2017
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Jyrki Viranko, Senior Lecturer Jere Pirhonen, HVAC Project director

The purpose of this bachelor's thesis was to investigate whether BIM based cost calculation would be possible to execute, and what methods and techniques it would require. The steps of a BIM based HVAC cost calculation process were collected for the thesis and explained in detail.

It was established that BIM based cost calculation is not trouble-free. The problems encountered during the process were analyzed and the effect on the total expenses estimated. Apart from the author's own experience, instruction cards published by Rakennustieto Oy were used as source for the study.

The steps of the process, as well as the advantages of BIM-based cost calculation were analyzed. The method has so far only been used a few times, so a comparison with the traditional methods is still uncompleted. However, BIM based cost calculation can also be used for calculating extra and alteration works. Furthermore, it can be used in making schedules and resource plans.

Keywords	cost calculating, Building Information Modeling, BIM, HVAC

Sisällys

Lyhenteet

1 Johdanto 1

1.1 Opinnäytetyön tausta 1
1.2 Opinnäytetyön tavoite 1
1.3 Opinnäytetyön tilaajan esittely 1
1.4 Suunnittelu 2
1.5 Tietomalli 3
1.6 Solibri Model Checker 4
1.7 Broker Estimate 4

2 Kustannuslaskenta 5

2.1 Kustannuslaskennan merkitys yritykselle 5
2.2 Massoittelu 6
2.3 Hinnoittelu 10

3 Ongelmat 17

3.1 Suunnittelu 17
3.2 Massoittelu 18
3.3 Kustannuslaskentaohjelmisto 20

4 Pohdinta 23

Lähteet 27

Lyhenteet

BIM	Building Information Model (rakennuksen tietomalli)
määrälista	Tietomallista tai yleisesti suunnitelmista saatava luettelo käytettävistä tuotteista ja niiden määristä.
massalista	Sama kuin määrälista.
velho	Broker Estimate -tarjouslaskentaohjelmassa käytettävä termi tuotteiden tunnistukseen käytettävästä ominaisuudesta, jossa ohjelmalle kerrotaan, mitä tietoa löytyy mistäkin excel-massalistan sarakkeesta.
YSE 98	Rakennusalan yleiset sopimusehdot, julkaistu 1998

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Perinteisin menetelmin tehty LVI-kustannuslaskenta vaatii paljon aikaa. SRV Rakennus Oy halusi selvittää, millä tavoin sitä voisi tehostaa. Tavoitteena oli kehittää selkeä, nopea ja luotettava tapa tehdä rakennettavan kohteen LVI-kustannusarvio.

Nykyään kaikista SRV:n rakennuskohteista laaditaan tietomalli. Tietomallista on mahdollista saada LVI-tuotteiden määrälistat. Pelkkien määrätietojen lisäksi tietomallista on mahdollista tuoda muitakin kustannuksiin vaikuttavia tietoja.

Pelkästään massalistojen tuonti tietomallista nopeuttaa koko kustannuslaskentaprosessia jo huomattavasti. Prosessia haluttiin kuitenkin kehittää vielä pidemmälle. Tavoitteena oli tehdä kustannuslaskennasta nopeaa ja mahdollisimman yksinkertaista.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

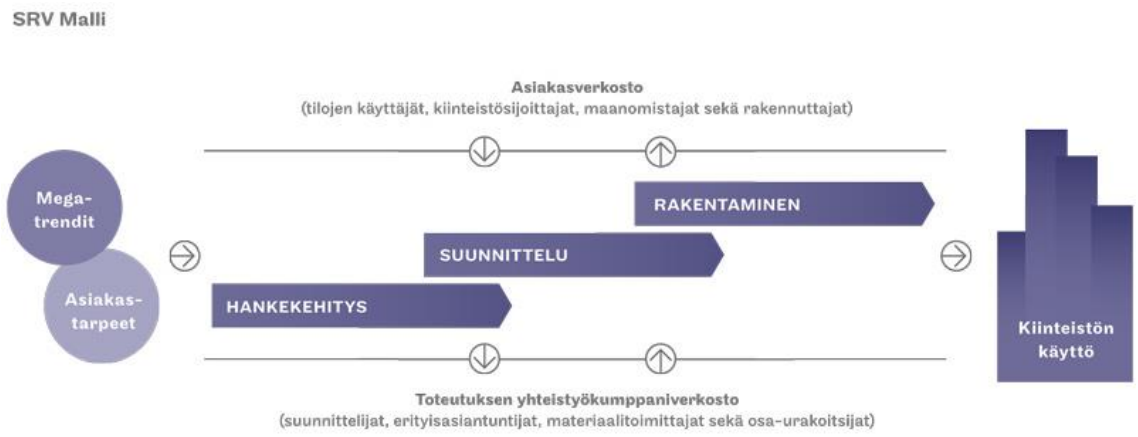
Tämän opinnäytetyön tavoite on selostaa ja käydä läpi tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskentaprosessi vaihe vaiheelta. Samalla vaiheita verrataan perinteisiin LVI-kustannuslaskennan vaiheisiin ja metodeihin. Lisäksi työssä käydään läpi tietomallipohjaisessa LVI-kustannuslaskennassa esiintyviä ongelmia ja niiden ratkaisuja.

1.3 Opinnäytetyön tilaajan esittely

Opinnäytetyön tilaajana toimii SRV Rakennus Oy:n talotekniikkaosasto. SRV Rakennus Oy on yksi Suomen suurimmista rakennusalan yrityksistä. SRV tarjoaa innovatiivisia ja tehokkaita toimintamalleja hankekehitykseen ja projektinjohtourakointiin [1].

SRV Rakennus Oy on osa konsernin vuonna 1987 perustettua emoyhtiötä, SRV Yhtiöt Oyj:tä. Sen liikevaihto vuonna 2015 oli 720 miljoonaa euroa, josta noin 91 prosenttia muodostui kotimaan liiketoiminnasta ja 9 prosenttia kansainvälisestä liiketoiminnasta. SRV-konserni työllistää yhteensä noin tuhat ihmistä Suomessa, Venäjällä ja Virossa. [1.]

SRV Malli (kuva 1) perustuu hankkeen eri vaiheiden yhdistämiseen. Siinä hankkeen kehittäminen, suunnittelu ja rakentamisvaihe toteutetaan joustavasti limittäin. Koko prosessi on aina asiakaslähtöistä, ja asiakas voi myös halutessaan osallistua prosessin eri vaiheisiin. SRV ottaa vastuun projektin läpiviennistä ja sen johtamisesta. [2.]



Kuva 1. SRV Malli kuvaa hankkeen eri vaiheiden yhdistämistä [2].

1.4 Suunnittelu

Kohteen LVI-suunnittelun tasolla ja laadulla on tässä prossissa entistä suurempi merkitys. Suunnitelmien tulee olla aiempaa tarkempia ja yksityiskohtaisempia. Suunnittelijan tulee noudattaa RT-kortissa 10–11069 (Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu) annettuja tietomallivaatimuksia.

Kaikista eri taloteknisistä pääjärjestelmistä pitää tehdä erillinen tietomalli. Järjestelmät tulee mallintaa toimivina eli siten, että kaikki toimivan kokonaisuuden kannalta tärkeät komponentit mallinnetaan ja suunnitteluohjelmiston analyysi- ja laskentatoimintoja on mahdollista käyttää. Verkostojen kaikkien osien on liityttävä toisiinsa myös kerrosten välissä, jotta verkostoista saadaan ehjiä. Konehuoneissa ei tarvitse mallintaa kaikkia yksittäisten laitteiden osia, kuten IV-koneiden pattereita ja lämmönsiirtimiä, vaan ne voidaan esittää tarkemmin toimintakaavioissa. [3, s. 7.]

Jo olemassa olevaan kohteeseen tehtävät korjaus- ja muutostyöt mallinnetaan päätelaitteelle asti, mikäli järjestelmän toiminta halutaan varmistaa laskentatoimintoja käyttäen.

Nykyiseen, jo olemassa olevaan asennukseen on syytä määritellä esimerkiksi ”vanha asennus” -objektin ”status”-kohtaan. Näin jo olemassa olevat asennukset ovat helposti eroteltavissa myöhemmässä vaiheessa ja myös massaluettelossa. [3, s. 7.]

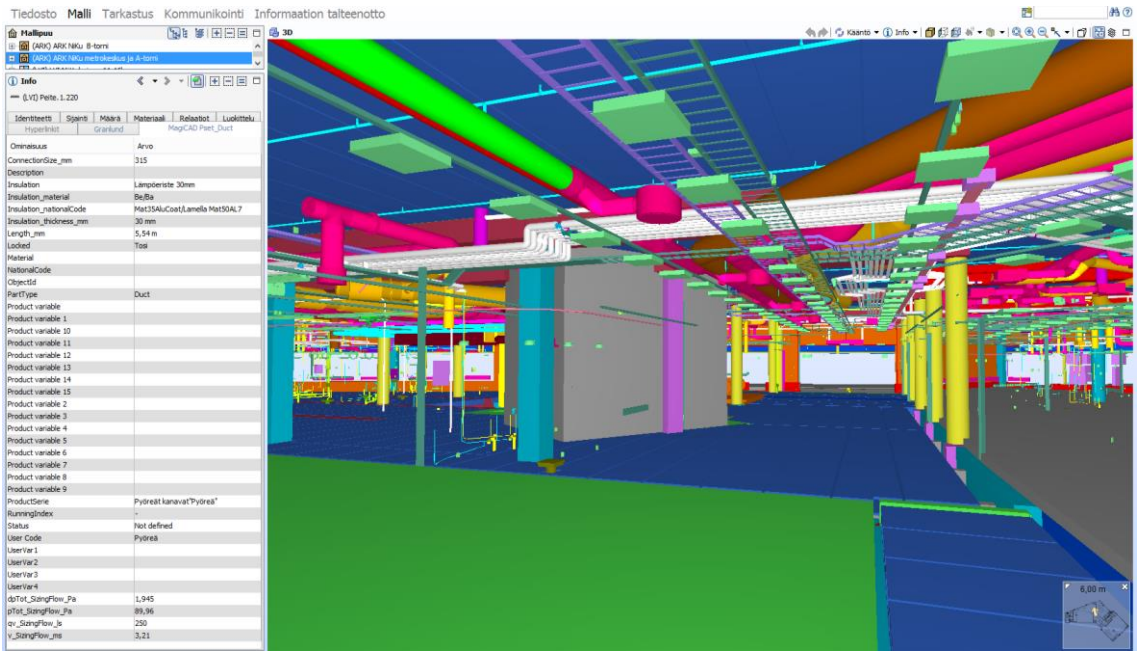
Komponentit mallinnetaan juuri oikeilla objekteilla, esimerkiksi kupariputki kupariputkiobjektilla ja muoviputki muoviputkiobjektilla. Tästä syystä mallinnuksessa myös pyritään käyttämään standardiosia, kuten 90 asteen putkikulmia, 45 ja 15 asteen viemäriosia ja 45 asteen IV-käyriä. Myös muille tuotteille käytetään niiden omia suunnitteluobjekteja siinä määrin, kuin niitä on suunnitteluohjelmistojen käytettävissä. [3, s. 8.]

Myös putki- ja kanavaeristeet mallinnetaan, koska se on hyödyllistä törmäilytarkastelujen ja massalistojen kannalta. Eristeen mallinnusobjektista pitää käydä ilmi sen käyttötarkoitus (esimerkiksi äänieristys, lämpöeristys tai paloeristys), materiaali ja paksuus. Lisäksi pinnoitteen tulee käydä ilmi eristekoodista, mikäli pinnoitteella on suora vaikutus kustannuksiin. Esimerkiksi muovipinnoitetta ei tarvitse koodata eristeen tietoihin, mutta peltipinnoitteen tarvitsee. [3, s. 8.]

1.5 Tietomalli

Tietomalli on rakennuskohteesta tehty komiulotteinen malli, joka pitää myös sisällään tietoa rakennuksen osista, kuten materiaalista, mitoista, määrästä ja korkoasemasta. Kuvan 2 vasemman reunan tietopalkista näkyvät kaikki valitun IV-kanavan suunnittelutiedot. Tietoa saadaan esille klikkaamalla mitä tahansa tietomallissa olevaa objektia. Kaikki tiedot suunnittelijoiden suunnittelemista kappaleista siirtyvät tietomalliin samalla tavalla kuin ne on suunniteltu suunnitteluohjelmalla.

Tietomallia käytetään apuna muiden suunnitelmien ohessa helpottamaan havainnollistamista, joten sen päivittäminen ja ylläpitäminen on erittäin tärkeää. Tietomalli helpottaa eri rakennusurakoiden yhteensovitusta, koska siinä voidaan tarkastella kaikkien suunnittelualojen suunnitelmia samanaikaisesti. Tietomallin on oltava täysin yhtäpitävä muiden suunnitelmien kanssa, jotta ristiriitatilanteita ei synny tietomallin, tasokuvien ja esimerkiksi laiteluettelon kanssa.



Kuva 2. IV-kanavan suunnittelutiedot.

1.6 Solibri Model Checker

Solibri Model Checker on tietomallin tarkasteluohjelma. Sillä on mahdollista tehdä automaattisia tietomallin tarkastuksia, kuten risteilytarkastuksia ja puuttuvien komponenttien ja reikien tarkastuksia. Sen kautta voidaan lähettää tietoja suoraan suunnittelijoille tietomallissa esiintyvistä virheistä. Tämän opinnäyteyön kannalta sen tärkein ominaisuus on massalistojen tuonti tietomallista excel-tiedostomuotoon.

1.7 Broker Estimate

Broker Estimate (jatkossa kustannuslaskentaohjelmisto) on Oy Mercus Software Ltd:n kehittämä tarjouslaskentaohjelma. Siinä käytetään laskentaan tuotepaketteja, jotka sisältävät tuotteet, tarvikkeet ja asennuskustannuksen. SRV käyttää insinööritoimisto Vesi & Watin ja LVI-Tekniset Urakoitsijat ry:n ylläpitämiä paketteja. Lisäksi ohjelma ottaa huomioon muut urakkaan liittyvät kustannukset, kuten matka- ja sosiaalikustannukset ja yleiskustannuslisät.

Brokeriin voidaan syöttää laskettavat massat joko manuaalisesti tai tuoda ne automaattisesti suoraan excel-massaluettelosta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään automaattiseen massalistan tuontiin.

SRV on tehnyt yhteistyötä Mercus Softwaren kanssa Brokerista aiemmin puuttuneen tarjouslaskennan tarkkuutta lisäävän ominaisuuden kehittelyssä. Tämä ominaisuus on jo toteutettu ja julkaistu, mutta toistaiseksi se on vain SRV:n käytössä.

2 Kustannuslaskenta

2.1 Kustannuslaskennan merkitys yritykselle

SRV:n pääasiallinen urakkamuoto on projektinjohtourakka. Se toteuttaa kuitenkin myös jonkin verran KVR-urakointia eli kokonaisvastuurakentamisurakointia. SRV:llä ei ole omia LVI-asentajia, vaan LVI-urakka toteutetaan aina aliurakoitsijoilla. Vaikka SRV ei tarjoa urakkahintaa kenellekään, kustannuslaskennalla on suuri merkitys projektin läpiviennissä. Kustannuslaskennan avulla määritellään kohteen budjetti. Urakkamuodosta riippuen budjetointivaiheessa suunnitelmat ovat yleensä vasta alustavia, eikä kohteesta välttämättä ole vielä tehty piirustuksia, saati sitten tietomallia. Suunnittelua voidaan ohjata ja tarvittaessa kalliita tuotteita vaihdetaan edullisimpiin vaihtoehtoihin, mikäli urakasta tulisi muuten liian kallis. Kun suunnittelu on siinä vaiheessa, että tarjouspyynnöt voidaan lähettää, tehdään uusi kustannusarvio. Tässä vaiheessa tietomallipohjaisesta LVI-kustannuslaskennasta on viimeistään hyötyä. Sen avulla voidaan tarkastaa urakkaa tarjoavan yrityksen hinta vertaamalla sitä omaan kustannusarvioon. [4.]

Useimmiten urakkaan tulee lisä- ja muutostöitä varsinaisen sopimuksen mukaisen urakan lisäksi. Eniten lisä- ja muutostöitä syntyy revisiomuutoksista, jotka puolestaan aiheutuvat kohteen käyttäjien ja vuokralaisten muutostoiveista. Urakan edetessä lisä- ja muutostöistä aiheutuneet kustannukset voidaan laskea tietomallipohjaisen kustannuslaskennan avulla ja verrata niitä urakoitsijan lisä- ja muutostyötarjouksiin. Lisätyöllä tarkoitetaan YSE 98:n mukaan urakkasopimukseen kuulumatonta työtä, joka ei siis kuulu urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen. Muutostyöllä tarkoitetaan sopimuksen mukaisiin suunnitelmiin tulevia lisäyksiä tai vähennyksiä, jotka muuttavat suunnitelmia. [5, s. 3.]

Lisä- ja muutostöiden laskenta on erittäin tärkeä vaihe koko projektin kannalta, koska niillä on suuri vaikutus hankkeen kustannuksiin. Niiden avulla voidaan saada helposti lisää tuottoa, tai säästää tarvittaessa. Tietomallista saatujen massojen perusteella voidaan nopeasti tarkistaa urakoitsijan esittämät lisä- ja muutostyötarjoukset.

Lisä- ja muutostöiden kustannukset lasketaan siten, että kohde lasketaan uudestaan revisiopäivitysten kanssa ja hintaa verrataan alkuperäiseen urakkahintaan. Jos muutokset ovat vähäisiä, voidaan esimerkiksi massalistan kanavametrejä vertaamalla tarkastaa urakoitsijan esittämät lisä- ja muutostyötarjoukset. Massalistoja tutkimalla voidaan myös huomata mallinnuksen mahdolliset virheet ja puutteet. [4.]

Massalistaa ja laskentaa voidaan käyttää myös apuna aikatauluttamiseen ja resurssisuunnitelmien laatimiseen. Kustannuslaskentaohjelmistosta saadaan suoraan normituntien eli asennusaikojen summa. Lisäksi asennusaikoja voidaan tarkastella yksityiskohtaisemmin esimerkiksi tietyn alueen IV-asennusten tarkkuudella. Nämä asennusajat eivät kuitenkaan kerro koko totuutta, vaan aikaa kuluu myös muuhunkin kuin pelkkään asennukseen, kuten tavaroiden kantamiseen, liikkumiseen ja ongelmien ratkomiseen. Sen takia kaikille kohteille on työehtosopimuksen urakkahinnoitteluosiossa määritelty haittalisä, joka kattaa varsinaisen työn ulkopuolelle jääviin vaiheisiin kuluvan ajan.

2.2 Massoittelu

Perinteisesti massoittelu eli määrälaskenta tehdään tasokuvista käsin laskemalla ja mittaamalla joko suhdeviivaimella tai elektronista suhdemittaa apuna käyttäen. Lasketut massat ryhmitellään esimerkiksi kerroksittain ja kirjataan paperille tai taulukkolaskentaohjelmaan. Massoittelua varten on myös olemassa CAD-pohjaisia tietokoneohjelmia, jolla ikään kuin piirretään pohjakuvaan LVI-suunnittelijan piirustusten päälle. Näitä massoittelutapoja on mahdollista nopeuttaa ja yksinkertaistaa siten, että massoitellaan yksi kokonaisuus tarkasti ja kerrotaan se kokonaisuuksien lukumäärällä. Esimerkiksi kerrostalokohteessa, jossa kerrokset tai asunnot ovat lähes identtisiä, voidaan laskea yksi kerros tai asunto ja kertoa se kerroksien tai asuntojen lukumäärällä. [6, s. 5–6.]

Tässä opinnäytetyössä perehdytään tietomallin hyödyntämiseen massoitteluvaiheessa. Ideana on tuoda laskettavat massat suoraan tietomallista. Massojen tuontiin käytetään

Solibri Model Checker -tietokoneohjelmaa. Solibri sopii hyvin massalistojen tuottamiseen, koska samalla ohjelmalla voidaan samaan aikaan tarkastella tietomallia. Ohjelma näyttää massoittelun jälkeen ne tietomallin objektit, jotka se on ottanut mukaan kyseiseen massalistaan. Tässä vaiheessa on mahdollista tarkastaa, että laskennan joukkoon ei ole eksynyt tuotteita, joita ei haluta ottaa mukaan kyseiseen massalistaan.

Tietomallista saadaan ”identiteettitieto” jokaisesta siinä olevasta objektista. Objektin ”identiteettitieto” pitää sisällään kaiken, objektille suunnitteluvaiheessa määritellyn tiedon. Massalistaa ja laskentaa varten tarvitaan seuraavat tiedot objektista:

- komponenttityyppi (esimerkiksi kanava, putki, kanavasovite, putkisovite jne.)
- materiaali
- koko
- (kulman suuruus)
- (eriste)
- objektin tyyppi (esimerkiksi tyyppikoodi tai valmistaja)
- määrä metreinä tai kappaleina.

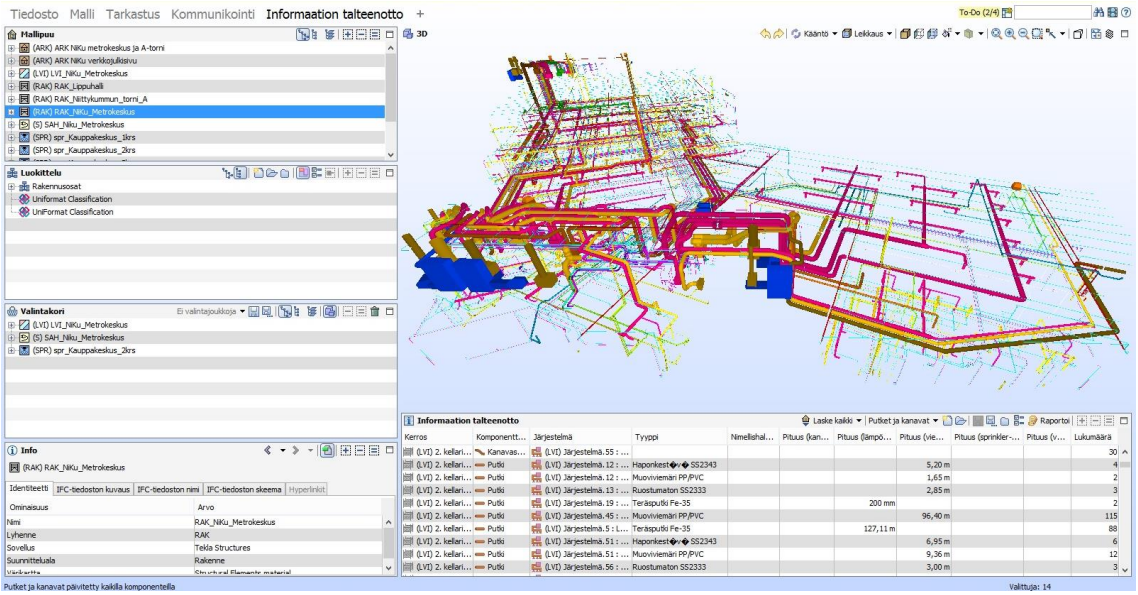
Uutena asiana on kehitelty korkoaseman ja siitä aiheutuvan olosuhdelisän huomioon ottaminen laskennassa. Sen takia myös korkotieto otetaan mukaan massalistaan. Laskennan ryhmittelyn helpottamiseksi tarvitaan lisäksi objektin sijaintitieto, esimerkiksi kerros.

Kustannuslaskentaohjelmistossa on voinut käsin syötettäessä määritellä tietylle, yksittäiselle tuotteelle, tietyn korkoasemaväli tähänkin asti. Uutena ominaisuutena on automaattiseen tuotteiden tunnistukseen liitetty korkoasematunnistus.

Tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskenta aloitetaan urakan massoittelulla. Tietomalli avataan Solibrilla ja valitaan informaation talteenotto. Massalistojen tuonti aloitetaan siten, että ohjelmalle kerrotaan, mitä tietoja kuhunkin massalistaan halutaan ottaa tieto-

mallista ja missä järjestyksessä (kuva 3). Tämän jälkeen painetaan ”Laske kaikki” –painiketta, ja ohjelma laskee halutut massat yhteen ja ruudulla myös näkyvät kaikki lasketut massat. Jos massoitteluun on käytetty yhdistelmämallia, tässä vaiheessa on hyvä tarkistaa tiettyjen tuotteiden osalta, että niitä ei ole laskettu kahteen kertaan. Tähän palataan pohdintaosiossa. Lopuksi massalista tallennetaan excel-muodossa.

Kun massalistaa tuodaan, on erittäin tärkeää, että se on aina samanlainen rakenteeltaan. Jokaisen sarakkeen tulee olla samalla paikalla kuin se on ollut aikaisemmin tehdyissä massalistoissa. Jos näin ei ole, ongelmia syntyy myöhemmässä vaiheessa, tuotteiden automaattisessa tunnistuksessa.



Kuva 3. Informaation talteenotto tietomallista.

Kaikkia tuotteita ei voida tuoda yhteen ainoaan massalistaan, vaan tuotteet pitää jakaa järkevästi sen mukaan, miten tietoja on mahdollista käsitellä kustannuslaskentaohjelmistolla ja miten se on muutenkin järkevää jäsentelyn kannalta. Esimerkiksi samaan massalistaan ei voida laittaa kappalemääräisiä ja metrimääräisiä materiaaleja. Massalistan sopivan rakenteen löytäminen vei aikaa, sillä vasta myöhemmin laskentavaiheessa huomattiin, että esimerkiksi tietyt massat eivät voi olla samassa listassa. Kerran tehty ja hyväksi todettu massalistan pohja tallennetaan seuraavien massalistojen tekoa varten, jotta jatkossa massalista tulee täysin samassa muodossa. Kokeilujen jälkeen hyväksi todettu jaottelu on seuraava:

- Ilmanvaihto
    - kanavat
    - kanavasovitteet
    - päätelaitteet ja pellit.

- Lämmitys
    - putket
    - putkisovitteet
    - venttiilit ja patterit.
- Vesi ja viemäri
    - putket ja viemärit
    - putki- ja viemärisovitteet
    - kalusteet ja kaivot
    - venttiilit.

Kuvassa 4 on esitetty osa erään kohteen IV-kanavien massalistasta.

1	Kerros	Komponenttityyppi	Järjestelmä	Ylin korkeusasema	MagiCAD Pset_Duct.Material	MagiCAD Pset_Duct.ConnectionSize_mm	MagiCAD Pset_Duct.Insulation	MagiCAD Pset_Duct.Length_m	Tyyppi	Lukumäärä
2	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,74		100		0,44	Pyöreät kanavat	1
3	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,86		160		1,065	Pyöreät kanavat	1
4	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,89		100		1,689	Pyöreät kanavat	1
5	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,93		100		0,625	Pyöreät kanavat	1
6	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,93		125		1,252	Pyöreät kanavat	2
7	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	2,99		100		0,125	Pyöreät kanavat	1
8	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	3,07		100		0,418	Pyöreät kanavat	1
9	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.1 : Poistoilma "pesula"	3,1		160		2,832	Pyöreät kanavat	5
10	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,7		100		0,072	Pyöreät kanavat	1
11	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,71		125		3,966	Pyöreät kanavat	4
12	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,81		125		0,109	Pyöreät kanavat	1
13	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,85		100		0,629	Pyöreät kanavat	2
14	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,86		125		6,88	Pyöreät kanavat	4
15	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,97		100		0,398	Pyöreät kanavat	1
16	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	2,99		125		0,694	Pyöreät kanavat	4
17	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3		160		4,795	Pyöreät kanavat	5
18	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,04		100		1,496	Pyöreät kanavat	1
19	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,05		125		2,885	Pyöreät kanavat	4
20	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,07		160		1,77	Pyöreät kanavat	3
21	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,08		125		0,304	Pyöreät kanavat	1
22	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,48		125		0,328	Pyöreät kanavat	1
23	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.10 : Tuloilma "asunnot"	3,48		160		0,395	Pyöreät kanavat	1
24	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,58		400		0,704	Pyöreät kanavat	1
25	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,62		160		0,638	Pyöreät kanavat	2
26	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,65		160		1,053	Pyöreät kanavat	3
27	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,67		160		1,476	Pyöreät kanavat	4
28	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,68		125		0,175	Pyöreät kanavat	1
29	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,68		160		0,11	Pyöreät kanavat	1
30	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,7		100		0,148	Pyöreät kanavat	1
31	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,7		160		1,203	Pyöreät kanavat	3
32	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,71		125		4,089	Pyöreät kanavat	4
33	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,73		125		0,225	Pyöreät kanavat	1
34	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,75		125		0,251	Pyöreät kanavat	1
35	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,8		125		1,5	Pyöreät kanavat	2
36	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,81		125		0,109	Pyöreät kanavat	1
37	1.krs	Kanava	Järjestelmä.r.11 : Poistoilma "asunnot"	2,82		160		0,926	Pyöreät kanavat	1

Kuva 4. IV-kanavien massalistan osa.

2.3 Hinnoittelu

Massoittelun jälkeen massoille lasketaan hinta. Hinta muodostuu materiaaleista, tarvikkeista ja Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaisista työkustannuksista. Urakoitsijat lisäävät hintaan vielä yleiskustannuslisän ja katteen. TES [7] määrittelee jokaiselle LVI-työlle normitunniksi kutsutun asennusajan metriä tai kappaletta kohden. Normituntiin vaikuttaa monia tekijöitä. Taulukossa 1 on esitetty, kuinka putkiasennuksen normituntiin vaikuttaa putken materiaali, koko ja liitostapa. Lisäksi siihen vaikuttavat erilaiset vaativuus- ja olosuhdelisät, esimerkiksi luokkahitsaus ja asennuskorko. Tuotteiden hinnat saadaan useimmiten tukkureilta, mutta joidenkin tuotteiden hinnat saadaan vain suoraan valmistajalta. Nykyään hinnoitteluun käytetään pääsääntöisesti jotakin tarjous- tai kustannuslaskentaohjelmaa. Jos sellaista ei ole käytössä, voidaan massalistaa muokata taulukkolaskentaohjelmassa sellaiseen muotoon, että sen perusteella hinnat voidaan pyytää suoraan tukkurilta [6, s. 10]. Tosin näin saadaan ainoastaan tuotteiden hinnat, ja työkustannus pitää laskea erikseen. SRV:llä on käytössä Broker-tarjouslaskentaohjelma.

Taulukko 1. Koon ja liitostavan vaikutus metalliputken normituntiin [7, s. 100].

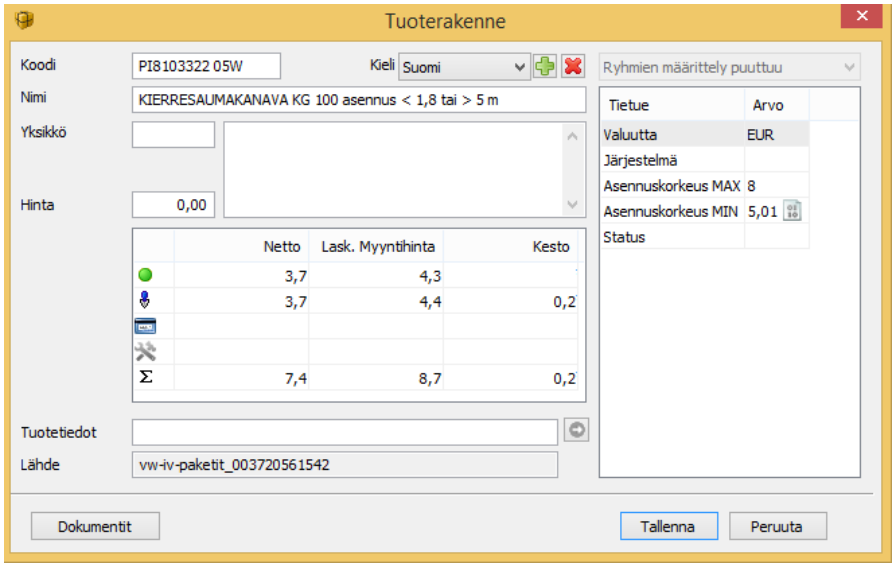
Sarake	1	2	3
Ulkohalkaisija Du	Hitsattavat NH/m	Kierreliitoksin NH/m	Puristamalla NH/m
- 22	0,40	0,40	0,30
- 35	0,50	0,45	0,34
- 54	0,55	0,50	0,38
- 63	0,60	0,55	0,41
- 76,1	0,65	0,60	0,45
- 88,9	0,70	0,65	0,49
- 114,3	0,80	0,70	0,53
- 139,7	0,90	0,80	
- 168,3	1,10	0,90	
- 219,1	1,30	1,10	
- 273,0	1,50	1,30	
- 323,9	1,60	1,50	
- 355,6	1,70	1,60	
- 406,4	2,00	1,70	
- 508,0	2,20	2,00	

Kustannuslaskentaohjelmisto laskee siihen syötetyille tuotteille myös tuotteen asennukseen liittyvät tarvikkeet ja kustannukset, kuten kannakkeet, kierretangot, ruuvit, mutterit ja LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaisen asennuskustannuksen. Siihen voidaan syöttää laskettavia tuotteita joko käsin tai velhoksi kutsutun automaattisen tuotteiden tunnistuksen avulla. Käsin syöttäminen sopii käytettäväksi, mikäli massoja on vain vähän.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään automaattiseen tuotteiden tunnistukseen. Prosessi toimii siten, että ensin excel-tiedostomuodossa oleva massalista kopioidaan leikepöydälle, minkä jälkeen ohjelmalle kerrotaan, mitkä sarakkeet massalistasta sisältävät varsinaista tietoa, mikä sarake kerrosnumeron tai muun ryhmittelyä varten olevan tiedon ja mikä sarake määrän. Lisäksi yhdessä sarakkeessa on asennuskorkeus. Sen jälkeen ohjelmalle kerrotaan, mitä tuotteita nämä massalistan tiedot vastaavat. Jatkossa ohjelma tunnistaa saman tuotteen ilman erillistä tunnistusta.

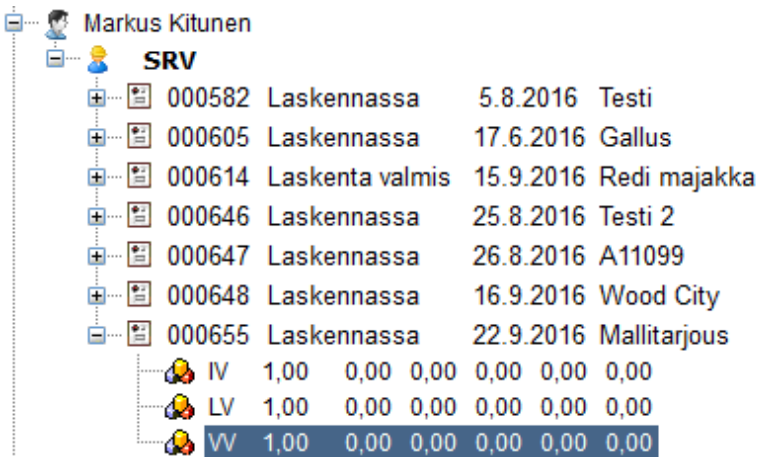
Ennen ensimmäisen laskennan aloittamista, kustannuslaskentaohjelmistossa oleviin paketteihin täytyy tehdä muutoksia. Korkoasematunnistusta varten kaikille paketeille on määriteltävä työehtosopimuksen mukaiset asennuskorkeusvälit (kuva 5). Vesi & Watin ja LVI-Teknisten Urakoitsijoiden paketeissa on kolmea eri asennuskorkeusluokkaa vastaavat paketit, jotka ovat normaaliasennus (asennuskorkeus 1,8 m – 5 m), 25 % asennuslisä (asennuskorkeus 5 m – 8 m) ja 50 % asennuslisä (asennuskorkeus yli 8 m). Lisäksi samoja paketteja käytetään matalan vapaan työskentelytilan asennuslisien laskemiseen. Nämä lisät ovat 25 % vapaan työskentelytilan ollessa 0,9 m – 1,8 m ja 50 % alle 0,9 m. Koska valmiita paketteja on vain kolme, joudutaan tekemään kaksi omaa pakettia joko korkean asennuskoron tai matalan vapaan asennustilan tuotteiden korkoasematunnistusta varten, sillä samaa pakettia ei voida linkittää kahteen eri asennuskor-

keusväliin. Omat paketit saadaan tehtyä kopioilmalla toinen paketti. Omia paketteja varten kustannuslaskentaohjelmistoon tarvitaan oma tuoterekisteri. Asennuskorkeusväli asetetaan paketeille tuoterekisterin kautta. Tuoterekisterissä paketille määritetään asennuskorkeusväli maksimi ja minimiarvoilla. Tämä vaihe joudutaan tekemään kaikille paketeille erikseen.



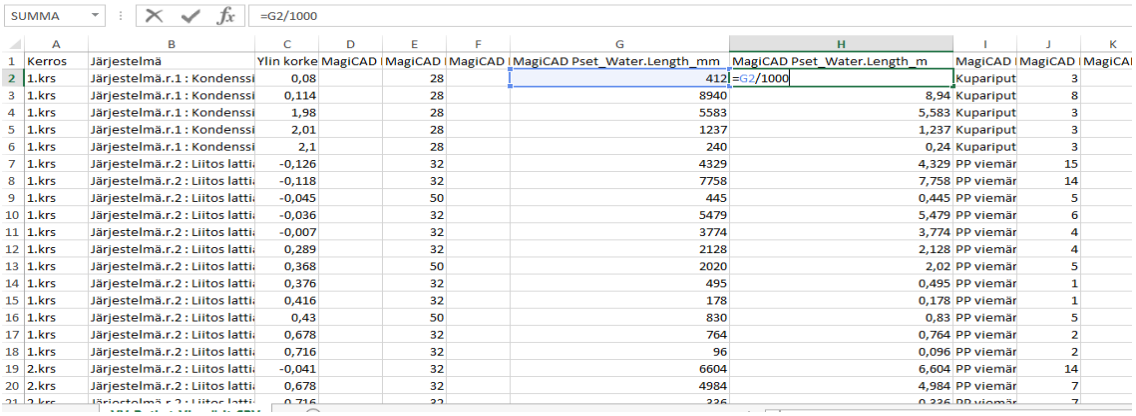
Kuva 5. Asennuskorkeusväli määritetään pakettiin.

Kun tarvittavat muutokset on tehty kustannuslaskentaohjelmiston tuoterekisteriin, voidaan aloittaa varsinainen laskenta ja perustaa uusi tarjous. Tarjouksen alle luodaan haluttu määrä positioiksi kutsuttuja alaotsikoita, jotka helpottavat laskennan jaottelua (kuva 6). Nämä positiot voidaan nimetä esimerkiksi nimikkeillä ilmanvaihto (IV), lämmitys (LV) ja vesi ja viemäri (VV).



Kuva 6. Tarjouksen perustaminen ja positioiden luonti kustannuslaskentaohjelmistoon.

Kun tarjous on perustettu, voidaan massojen tuonti kustannuslaskentaohjelmistoon aloittaa. Ensin valitaan positio, johon halutaan syöttää tuotteita. Seuraavaksi avataan tunnistettavaan positioon kuuluva excel-tiedosto. Ennen tietojen siirtämistä excel-tiedostosta kustannuslaskentaohjelmistoon, on siihen tehtävä pieni muokkaus. Solibrista saadaan kaikki putki-, viemäri- ja kanavamäärät millimetreinä, mutta kustannuslaskentaohjelmistoon ne pitää syöttää metreinä. Millimetrien muutos metreiksi onnistuu tekemällä määräsarakkeen viereen tyhjän sarakkeen. Tyhjän sarakkeen ensimmäiseen soluun kirjoitetaan kaava, jolla viereisen solun millimetrit muutetaan metreiksi, minkä jälkeen kaava kopioidaan koko sarakkeelle (kuva 7). Millimetrejä sisältävän sarakkeen voi piilottaa tai poistaa kokonaan. Uuden sarakkeen voi myös nimetä, mutta se ei ole välttämätöntä.



SUMMA | =G2/1000

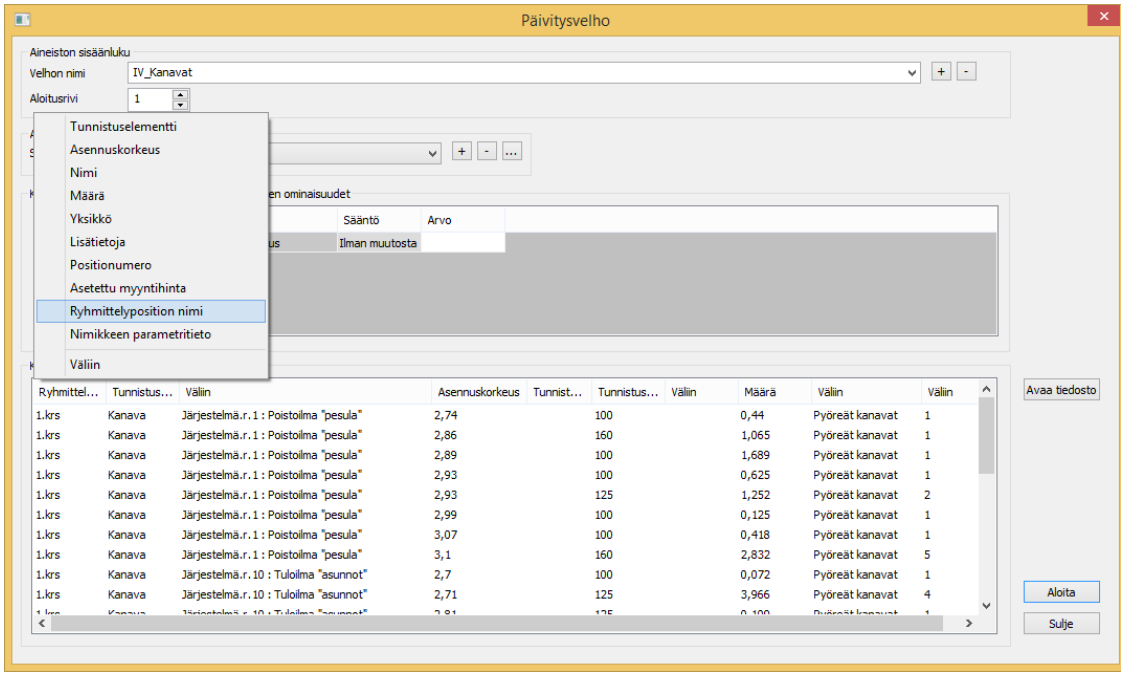
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Kerros	Järjestelmä	Ylin korke	MagiCAD	MagiCAD	MagiCAD	MagiCAD Pset_Water.Length_mm	MagiCAD Pset_Water.Length_m	MagiCAD	MagiCAD	MagiCAI
2	1.krs	Järjestelmä.r.1 : Kondenssi	0,08		28		412	=G2/1000	Kupariput	3	
3	1.krs	Järjestelmä.r.1 : Kondenssi	0,114		28		8940	8,94	Kupariput	8	
4	1.krs	Järjestelmä.r.1 : Kondenssi	1,98		28		5583	5,583	Kupariput	3	
5	1.krs	Järjestelmä.r.1 : Kondenssi	2,01		28		1237	1,237	Kupariput	3	
6	1.krs	Järjestelmä.r.1 : Kondenssi	2,1		28		240	0,24	Kupariput	3	
7	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,126		32		4329	4,329	PP viemär	15	
8	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,118		32		7758	7,758	PP viemär	14	
9	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,045		50		445	0,445	PP viemär	5	
10	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,036		32		5479	5,479	PP viemär	6	
11	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,007		32		3774	3,774	PP viemär	4	
12	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,289		32		2128	2,128	PP viemär	4	
13	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,368		50		2020	2,02	PP viemär	5	
14	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,376		32		495	0,495	PP viemär	1	
15	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,416		32		178	0,178	PP viemär	1	
16	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,43		50		830	0,83	PP viemär	5	
17	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,678		32		764	0,764	PP viemär	2	
18	1.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,716		32		96	0,096	PP viemär	2	
19	2.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	-0,041		32		6604	6,604	PP viemär	14	
20	2.krs	Järjestelmä.r.2 : Liitos latti	0,678		32		4984	4,984	PP viemär	7	

Kuva 7. Millimetrit muutetaan metreiksi Excelissä.

Excel-tiedoston käsittelyn jälkeen siitä maalataan kaikki tietoja sisältävät solut. Otsikoita ei välttämättä tarvitse ottaa mukaan. Joissakin tapauksissa excel-tiedoston soluja joutuu

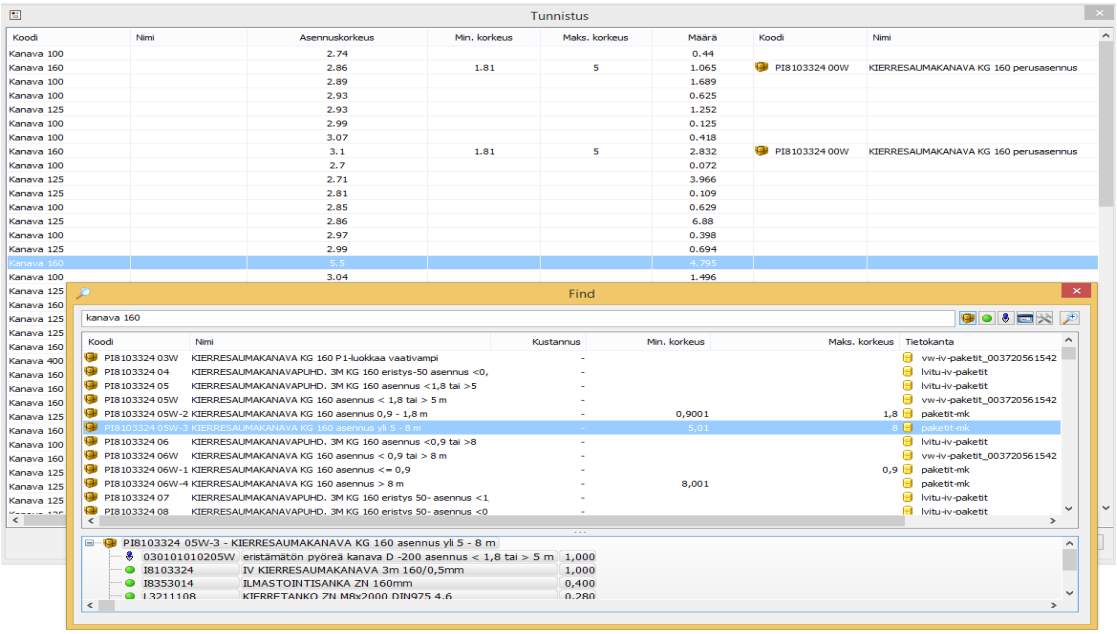
ensin sorttaamaan eli järjestelemään uudelleen, esimerkiksi silloin kun halutaan tehdä tunnistus kanava- ja putkieristeille, jotka ovat siis samassa excel-tiedostossa kuin kanava- ja putkimetritkin. Tällöin solujen maalauksen jälkeen, rivit lajitellaan eristyksen sisältävän sarakkeen mukaan ja maalataan uudestaan vain ne rivit jotka sisältävät eristettyjä kanavia tai putkia. Maalatut solut kopioidaan tietokoneen leikepöydälle Ctrl + c -näppäinyhdistelmällä. Tämän jälkeen valitaan kustannuslaskentaohjelmiston tuo aineistot -valikosta tunnistusmotoriikalla ja asennuskorkeusmäärityksellä varustettu velho.

Ensimmäistä kertaa tuotteiden tunnistusta tehtäessä kustannuslaskentaohjelmistolle joudutaan kertomaan, mistä sarakkeesta saadaan mitäkin tietoa (kuva 8). Tätä kutsutaan velhon luomiseksi. Tässä esimerkissä ensimmäisellä sarakkeella on ryhmittelypositio. Sen avulla kustannuslaskentaohjelmisto ryhmittelee tunnistettavat tuotteet pääposition alle automaattisesti siten, että saman ryhmittelyposition tuotteet tulevat yhden alaposition alle. Esimerkissä (kuva 8) ryhmittelyposition nimi on 1. krs. Näin kaikki 1. kerroksen tuotteet tulevat yhteisen alaposition alle. Seuraava sarake on perustietoa sisältävä sarake, tässä esimerkissä se on kanava. Tälle sarakkeelle valitaan valikosta tunnistuselementti. Tunnistuselementti tarkoittaa sitä tietoa, jonka perusteella ohjelma tunnistaa massalistan tuotteen oikeaksi tuotteeksi tai asennuskustannuksen sisältäväksi paketiksi. Näin ollen kaikille sarakkeille, jotka sisältävät oleellista tietoa tuotteesta, esimerkiksi kanavakoon ja -materiaalin, valitaan valikosta tunnistuselementti. Sen lisäksi valitaan määräsarakkeelle määrä ja asennuskorkeus-sarakkeelle asennuskorkeus. Lopuksi velho tallennetaan halutulla nimellä, jotta tuotteet tunnistetaan jatkossa varmasti oikealla tavalla. Helpointa on tallentaa velho samalla nimellä kuin vastaava excel-tiedosto, jotta jatkossa valitsee varmasti oikean velhon. Yksi velho vastaa aina yhtä excel-tiedostoa, eli kaikkien yhdessä excel-tiedostossa olevien tuotteiden tunnistukseen käytetään vain tätä excel-tiedostoa varten tehtyä velhoa.



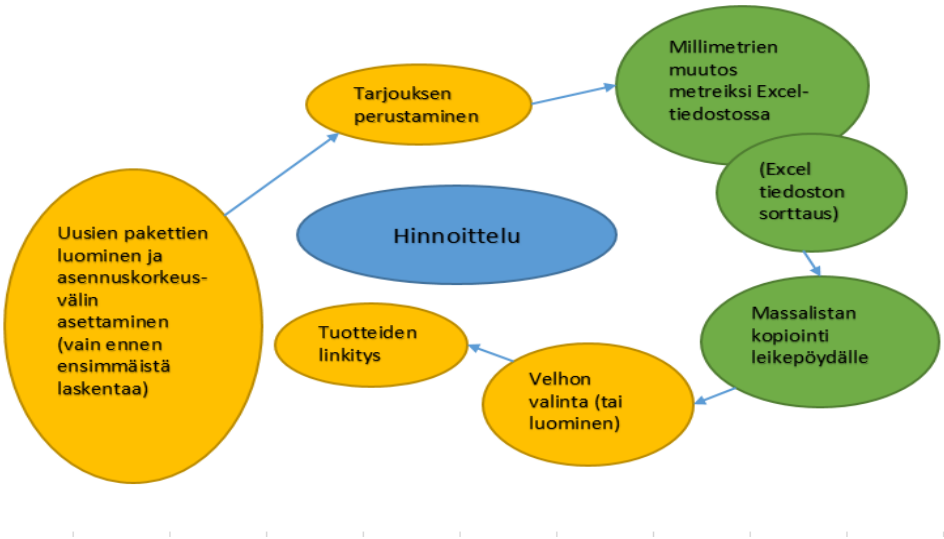
Kuva 8. Velhon luominen

Seuraava vaihe on massalistan tuotteiden tunnistus eli linkitys kustannuslaskentaohjelmiston paketteihin. Linkityksellä tarkoitetaan sitä, että kustannuslaskentaohjelmistolle kerrotaan, mitä tuotetta tai pakettia massalistassa olevalla tekstillä tarkoitetaan ja millä korkoasemalla. Esimerkiksi kuvassa 9 linkitetään 5,5 metriin asennettava 160 mm:n kanava sitä vastaavaan pakettiin. Kaikki listassa olevat tuotteet linkitetään samalla periaatteella niitä vastaaviin paketteihin. Kun yksi tuote linkitetään johonkin pakettiin, kaikki samat tuotteet samalla korkoasemavälillä linkittyvät myös automaattisesti. Kaikki linkitykset tallentuvat kustannuslaskentaohjelmiston tietokantaan, joten linkitysvaihe pitää tehdä vain yhden kerran kullekin tuotteelle ja kullakin korkoasemavälillä. Seuraavien kohteiden laskeminen käy jo huomattavasti nopeammin, ja mitä enemmän tuotteita on linkitetty, sitä nopeammin laskenta etenee. Kuvassa 10 on esitetty hinnoitteluvaiheen prosessikaavio.



Kuva 9. 160 mm:n kanava linkitetään sitä vastaavaan pakettiin.

Tunnistuksen jälkeen paketit ja tuotteet siirtyvät tarjouksen alle valmiiksi ryhmiteltynä ryhmittelyposition ja pääposition mukaan. Kaikki edellä mainitut vaiheet toistetaan kaikille tietomallista saaduille massalistoille samalla periaatteella.



Kuva 10. Hinnoitteluvaihteen prosessikaavio.

Kaikki kustannuslaskentaohjelmistoon tehdyt tunnistukset päivittyvät myös automaattisesti kaikille samassa ryhmässä oleville laskijoille. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että kustannuslaskentaohjelmistolle on määriteltynä yksi pääkäyttäjä. Pääkäyttäjän tehtävä on asettaa pakettien asennuskorkeusvälit ja linkittää paketteja tuotteisiin. Muut käyttäjät

voivat tehdä myös linkityksiä, mutta ne eivät välity kaikille laskijoille. Pääkäyttäjäoikeus määritetään sen takia, että kaikille laskijoille menevät tuotteiden pakettilinkitykset tulee varmasti tehtyä oikein. Muuten kaikkien laskijoiden mahdolliset virheelliset linkitykset menisivät myös muille laskijoille eikä virhettä välttämättä huomata ollenkaan.

3 Ongelmat

Tietomallipohjainen kustannuslaskenta on vielä haasteellinen toteuttaa. Tällä hetkellä päästään kuitenkin jo suhteellisen hyvään laskentatarkkuuteen suunnitelmien tasosta ja tarkkuudesta riippuen. Ongelmia syntyy jo suunnitteluvaiheesta lähtien aina massoitteluja laskentavaiheeseen asti. Kaikkiin näihin ongelmiin ei ole ratkaisua, ja niiden kanssa joutuu vain elämään, mutta jotkut näistä olisi ratkaistavissa jo suunnitteluvaiheessa. Joidenkin ongelmien ratkaisuun vaadittaisiin muutoksia ohjelmistoihin.

3.1 Suunnittelu

Yksi eniten päänvaivaa aiheuttava, suunnitteluun liittyvä ongelma on tuotteet, jotka puuttuvat MagiCAD-ohjelmasta. Esimerkiksi tavallisimmat vesikalusteet löytyvä ohjelmasta, mutta kaikkia harvinaisempia kalusteita ei löydy. Nämä määrittelemättömät kalusteet tyypitetään usein esimerkiksi ”KL01” tai ”PA01”, ja ne löytyvät kalusteluettelosta samalla tekstillä. Perinteiseen käsin massoitteluun tämä ei vaikuta mitenkään, koska kaikki kalusteet joudutaan muutenkin katsomaan kalusteluettelosta. Laskenta hidastuu merkittävästi, kun massat otetaan mallista ja massalistaan saadaankin vain kalusteen viiteteksti. Kaluste joudutaan etsimään kalusteluettelosta ja korjaamaan massalistaan käsin.

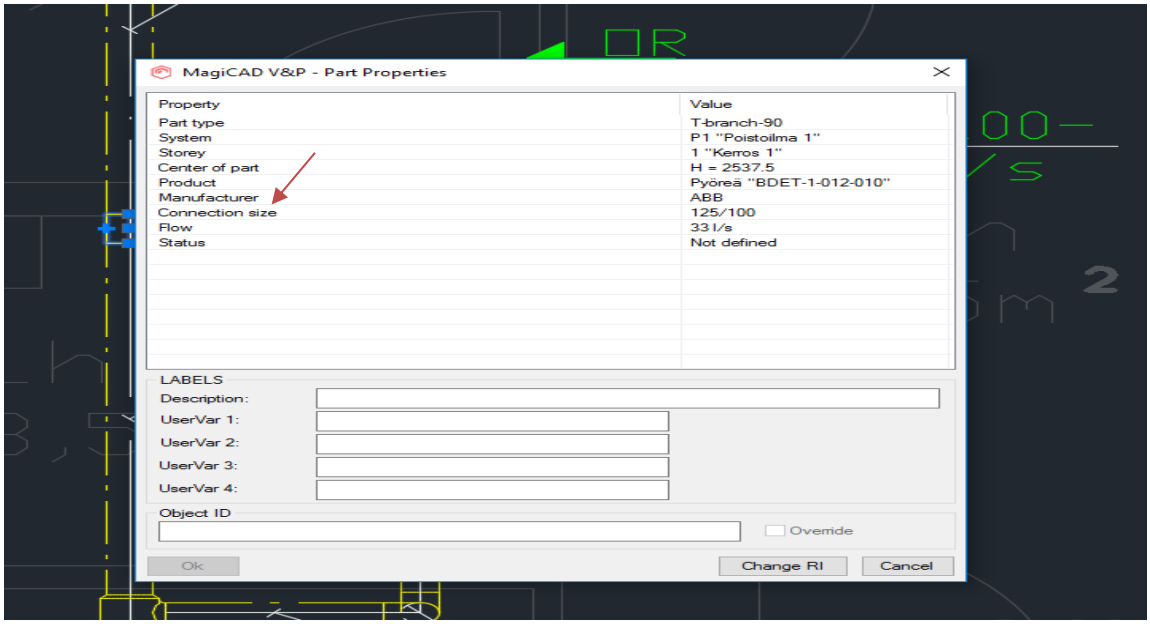
Joskus malliin on saatettu laittaa jonkun toisen kalusteen suunnitteluobjekti, mutta viitetekstissä viitataan kuitenkin johonkin toiseen kalusteeseen. Tämä on väärä mallintamistapa, koska tällöin virhe ei välttämättä tule edes esille, jos sitä ei erikseen tarkasteta kalusteluettelosta. Tämä aiheuttaa ristiriidan kalusteluettelon ja tietomallin välille, ja on aikaa vievää selvittää, kumpi tiedoista pitää paikkansa. Tämä ongelma on ratkaistavissa siten, että tuotteet mallinnetaan aina oikealla objektilla niin kuin se kuuluukin tehdä. Tämä virhe saattaa myös johtua siitä, että suunnitelmiin on tullut päivitys, mutta tietomallia ei ole päivitetty. Sen takia on myös tärkeää huolehtia siitä, että tietomalli pitää paikkansa ja se pidetään ajan tasalla. Aina täytyy kuitenkin muistaa, että täysin virheetöntä

tietomallia ei kuitenkaan ole olemassa [4]. Jos tuotetta ei löydy suunnitteluohjelmasta, valitaan perusobjekti, johon täydennetään käsin kalusteen merkki, malli ja mahdollisesti myös LVI-numero, mikäli se on saatavilla. Tuotetta ei tarvitse lähteä mallintamaan, vaan riittää, että sen tiedot ovat oikein.

3.2 Massoittelu

PEX-muoviputket piirretään kaarevina linjoina selventämään sitä, että kyseessä on muoviputki ja että muoviputki myös kuuluu asentaa epäsuorasti. Tästä aiheutuu ongelma kaarevien kohtien osalta. Suunnitteluohjelma määrittelee kaarevat osat kulmiksi, eikä määrittele niille pituutta. Solibrista näille kaareville osille saadaan ainoastaan kappalemäärä, jota ei voi hyödyntää laskennassa. Isossa kohteessa tästä saattaa aiheutua paljonkin virhettä, koska jokainen kaareva kohta jää pois laskennasta. Ongelman voisi ratkaista siten, että PEX-putket piirrettäisiin suorana linjana ja kulmien säde asetettaisiin pieneksi. Näin päästäisiin lähemmäs todellista määrää, koska jokainen suunnitelmien mukainen putkimetri tulisi lasketuksi eikä putkea kuitenkaan asenneta niin epäsuorasti, että sillä olisi laskennan kannalta suurta merkitystä.

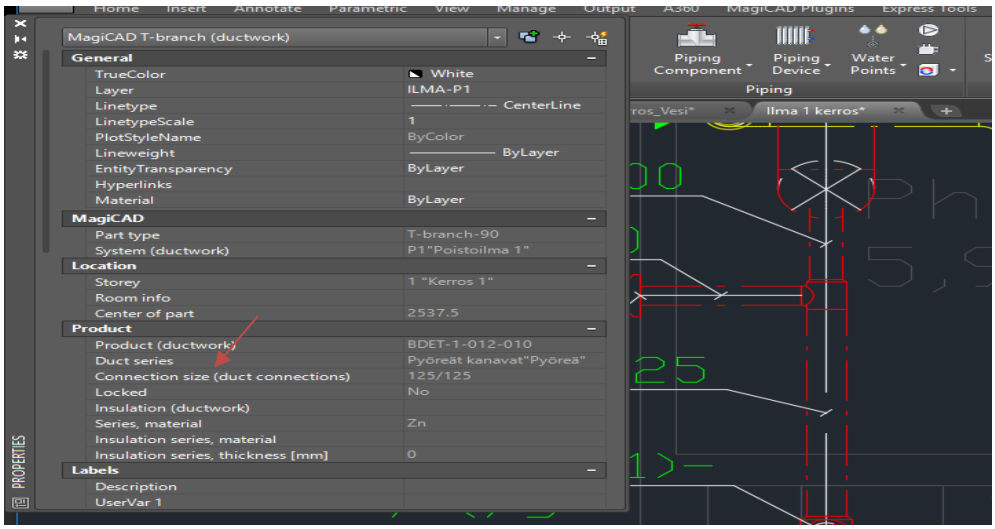
Suunnitteluohjelma määrittelee koot IV-haaran tulo-, lähtö- ja haarakanaville. Tietomallista saadaan tieto ainoastaan IV-haaran tulo- ja lähtökanavasta, mutta ei haarakanavasta. MagiCAD-suunnitteluohjelma määrittelee haaraosan koon kahdella eri nimellä ja tavalla. Toinen tieto kertoo haaran tulo- ja lähtökanavan koot, ja toinen tulo- ja haarakanavan koot. Tarvittava tieto ei siirry tietomalliin. Kuvassa 11 oleva IV-haaraosan ”Connection size” eli kytkentäkoko ei siirry tietomalliin.



Kuva 11. MagiCADin IV-haaraosan kokotieto, joka ei siirry tietomalliin.

Sen sijaan kuvassa 12 oleva ”Connection size (duct connections)” -tieto siirtyy tietomalliin. Kyseessä on siis saman IV-suunnitelman sama kanavaosa.

Ongelma voidaan ratkaista, jos ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltu jollakin tietyllä kanavasarjalla, esimerkiksi Fläkt Woodsin kanavilla ja osilla. Tällöin IV-haaraosaan tyypittyy automaattisesti kanavaosan tuotekoodi, jonka perusteella IV-haaran haaraosan koko voidaan määrittää.



Kuva 12. MagiCADin IV-haaraosan kokotieto, joka siirtyy tietomalliin.

3.3 Kustannuslaskentaohjelmisto

Eri suunnittelutoimistot saattavat käyttää hieman erilaisia tunnisteita samoista tuotteista. Esimerkiksi joissakin mallinnuksissa kierresaumakanavan tyyppitiedossa lukee ”Pyöreä kanava”, kun taas toinen suunnittelutoimisto käyttää nimitystä ”Pyöreät kanavat”. Tämä vaikuttaa suoraan tuotteiden tunnistukseen. Jos kanava on aiemmin tunnistettu toisella nimellä, kustannuslaskentaohjelmisto ei enää tunnista kanavaa kierresaumakanavaksi, kun käytetään toista nimeä. Tämä ongelma voidaan korjata Excelin automaattisen, etsi ja korjaa -toiminnon avulla, jossa Excel etsii automaattisesti esimerkiksi kaikki solut, joissa lukee ”Pyöreät kanavat” ja korvaa sen tekstillä ”Pyöreä kanava”. Toinen vaihtoehto on linkittää kanavat uudestaan myös toisella nimellä, ja jatkossa kustannuslaskentaohjelmisto osaa tunnistaa saman kanavan molemmilla nimillä. Pitkällä aikavälillä jälkimmäinen vaihtoehto on parempi. Tuotteiden tunnistamiseen ei kuitenkaan kulu paljoa aikaa, ja se tarvitsee tehdä vain kerran kullekin tuotteelle, yhdellä korkoasemalla.

Kustannuslaskentaohjelmiston paketeissa on kattava valikoima tuotteita, mutta kaikkia harvinaisempia tuotteita ei aina löydy. Esimerkiksi harvemmin käytettyjä IV-haaroja kuten Y- ja X-haaraa ei löydy valmiista paketeista. Osasta voi tehdä oman paketin tai tunnistaa tuotteen esimerkiksi T-haaraksi, jos hintaero on pieni. Pääte-elimet ovat toinen ryhmä, jota kustannuslaskentaohjelmistossa on rajallisesti. Tavallisimmat pääte-elimet löytyvät, mutta harvinaisempia ei löydy. Näihin joudutaan katsomaan hinta erikseen tavarantoimittajalta ja luomaan uusi paketti tuotteelle. Toista lähes vastaavaa tuotetta voi käyttää hyväksi oman paketin luomiseen, jotta asennuskustannuksia ja muita tarvikkeita ei tarvitse hakea erikseen pakettiin. Vastaava paketti kopioidaan ja muokataan uudeksi paketiksi.

Kustannuslaskentaohjelmiston paketit ovat pääpiirteittäin täydellisiä sisältäen kaiken asennukseen tarvittavan materiaalin ja asennuskustannuksen, mutta joissakin paketeissa on puutteita. Esimerkiksi osasta ilmanvaihdon venttiilien paketeista puuttuu venttiilin asennukseen kuuluva kiinnityskehys, ja kaikissa putkien paketeissa ei ole putkikannakkeita. Isoissa kohteissa, joissa venttiilejä on paljon, kiinnityskehyksen puuttuminen voi vaikuttaa summaan jopa tuhansia euroja, puhumattakaan putkikannakkeista. Puuttuvan kiinnityskehyksen ja kannakkeen voi lisätä kustannuslaskentaohjelmistossa laskentaan käsin, lisätä se olemassa olevaan pakettiin tai tehdä uusi paketti, johon puuttuvat tarvikkeet sisältyvät. Olemassa olevia paketteja ei välttämättä kannata muokata, sillä

jos pakettirekisterin haltija (esimerkiksi Vesi ja Watti) päivittää paketin sisältöä, itse tehdyt muutokset katoavat huomaamatta. Oman paketin tekeminen on järkevä vaihtoehto, koska silloin voidaan varmistua siitä, että kiinnityskehykset ja kannakkeet tulevat lasketuksi. Tuotteiden hinnat omissa paketeissa päivittyvät normaalisti, mutta itse tuotteet eivät päivity, esimerkiksi jos joku tuote poistuu myynnistä ja tilalle tulee korvaava tuote. Jos tuote on poistunut myynnistä, paketissa olevalle tuotteelle ei välttämättä saada hintaa.

Vapaan työskentelytilan korkeuden lisän käyttäminen automaattisessa tuotteiden tunnistuksessa on ongelmallista, koska tietomallista saadaan vain asennuskorkotieto, jonka perusteella ei voida määrittää vapaan työskentelytilan korkeutta. Jos tietomallista saatu putken korkoasema on alle 1,8 metriä, se ei välttämättä tarkoita, että vapaan työskentelytilan korkeus olisi alle 1,8 metriä, jolloin vapaan työskentelytilan korkeuden lisää ei tule. Jos taas varmuudella tiedetään, että jokin matalalla korkoasemalla oleva putki asennetaan matalaan tilaan, sitä ei voida tunnistaa matalan työskentelytilan paketiksi kustannuslaskentaohjelmistossa, koska muuten sama paketti päivittyisi kaikkiin saman putken samalla asennuskorolla oleviin tunnistuksiin. Laskijan on syytä perehtyä laskemaansa kohteeseen, jotta voidaan varmistua siitä, onko kohteessa putkikanaaleja tai ryömintätiloja, joissa näitä matalia työskentelytiloja saattaa olla. Vapaan työskentelytilan lisä pitää lisätä jälkikäteen käsin.

Kustannuslaskentaohjelmistossa putkiasennuksille määritellään myös liitostapa. Putkiasennuksissa hyväksytyt liitostavat on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Lämmitysverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat ja käyttöalueet [8, s. 2].

Putkimateriaali	Liitostapa	Tavallisin käyttöalue
Teräs	Hitsausliitos	Runko- ja kytkentäjohdot, kauko- ja aluelämpöputket
	Kierreliitos	Kytkentäjohdot
	Laippaliitos	Lämmitysputket, LTO-putket
	Uraliittimet	Lämmitysputket
Ohutseinäinen teräs	Puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohdot
Kupari	Kapillaarijuotos, puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohdot, lattialämmitysputket
	Laippaliitos	LTO-putket
	Kovajuotos	Kauko- ja aluelämpöputket
PEL	Puristusliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEM	Hitsausliitos, laippaliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEH, PP	Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos	Lumensulatusputket
PEX happidiffuusio-suojattuna	Puristusliitos	Lattialämmitysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkentäjohdot, aluelämpöputket
Komposiitti	Puristusliitos	Lämmitysputket

Taulukko 3. Käyttövesiverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit ja liitostavat [8, s. 3].

Putkimateriaali [1)]	Liitos [1)]	Huomautus
Metalli		
– kupari	Juotos, puristus	Suositus veden happamuudelle: 7,5 °dH ≤ pH ≤ 9,0 °dH Mitat *taulukossa 4*, juotostavat *taulukossa 5*
– ruostumaton teräs	Hitsaus, kierre, puristus	EN 1.4401, AISI 316
Muovi		
– PEM, PEH	Puristus, hitsaus, laippa	Muoviputkien ja monikerrosmuoviputkien
– PEX	Puristus	nimellispaine vähintään PN 10
– PP	Puristus, hitsaus	Hitsausliitokset (PEM,PEH, PP)
– monikerrosmuoviputket	Puristus [2)]	valmistajan ohjeiden mukaisesti.

[1)] Putkimateriaalien ja puristusliittimien tulee olla laadultaan testattuja ja tarkastettuja. Riippuen liitintyypistä puristusliittimissä on tiivisteenä metalli- tai kumirengas, asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti,

[2)] Liittäminen vain putkivalmistajan liittimillä.

Tietomallista ei saada selville putken liitostapaa. Liitostapa on kerrottu LVI-työselityksessä tai materiaalierittelyssä. Ongelmana on, että yksi putki voidaan linkittää vain yhtä liitostapaa vastaavaan pakettiin, jos liitostapaa ei ole määritelty massalistassa. Massalistaan voidaan lisätä yksi sarake liitostavalle. Liitostapasarake täytyy ottaa mukaan tunnistusvelhoon tunnistuselementiksi.

Otto Vähä-Herttua on tehnyt liitostapojen kustannusvertailun insinöörityössään. Siinä verrattiin muun muassa käyttövesiverkoston toteutusta kuparilla juotetuin liitoksi, kuparilla puristusosilla ja komposiittiputkella puristusosilla tehtynä. Hinnoissa ei ollut suurta eroa, mutta kaikista edullisinta oli tehdä kupariputkella ja puristusosilla. Tässä tapauksessa kohteena oli vain rakennuksen yksi kerros. [9, s. 33.] Pientä kohdetta laskiessa ei siis ole juurikaan merkitystä, mitä liitostapaa käytetään laskemiseen. Lähinnä eroa syntyy siinä, aiheutuuko kustannuksia enemmän asennusmateriaaleista vai asennustyöstä. Puristusosat ovat kalliimpia kuin kapilaariosat, mutta puristamiseen kuluu vähemmän aikaa kuin juottamiseen. Tulitöitä tehtäessä on myös aina omat riskinsä paloturvallisuuden kannalta. Myös mahdollinen suojaaminen ja tulityölupa tulee ottaa huomioon.

Venttiileille määritellään liitostapa, joka riippuu käytettävästä putkimateriaalista. Jokaiselle putkimateriaalille on kustannuslaskentaohjelmistossa oma venttiiliasennuspaketti, joka sisältää venttiilin lisäksi sen asennuksessa tarvittavat tarvikkeet. Ongelma on siinä, että tietomallista ei saada venttiiliin kytkettävän putken materiaalitietoa. Halvimman ja kalleimman liitoksen hintaero on kaksinkertainen, mutta venttiileitä ei yleensä ole niin paljon, että ero olisi merkittävä. Jälleen kerran massalistaan voidaan luoda uusi sarake,

johon lisätään käsin venttiiliin kytkettävän putken materiaali. Kun käyttöveden ja lämmitysverkoston venttiilit ovat eri massalistoilla, on putkimateriaalin lisääminen helpompaa. Käyttöveden putket ovat tavallisimmin kuparia (taulukko 3), mutta lämmityspuolella putkimateriaali voi vaihdella enemmän (taulukko 2).

4 Pohdinta

Tietomallipohjainen LVI-kustannuslaskenta nopeuttaa laskentaa huomattavasti, kunhan muutama kohde on ensin laskettu ja riittävästi tuotteiden tunnistuksia on tehty. Tavallisimmat kanavat ja putket tulee tunnistettua jo ensimmäisellä laskentakerralla, mutta todennäköisesti jokaisessa kohteessa tulee vastaan uusia, aikaisemmin tunnistamattomia tuotteita. Useimmille tuotteille tunnistus hoituu nopeasti, mutta kuten aikaisemmin todettiin, kustannuslaskentaohjelmistosta ei löydy pakettia kaikille tuotteille. Näille tuotteille voidaan tehdä oma paketti tai tunnistaa tuote joksikin hinnaltaan ja sisällöltään vastaavaksi paketiksi.

Mitä enemmän tuotteita tunnistetaan, sitä suurempi riski on, että joukossa on myös virheellisesti tunnistettuja tuotteita. Tämän takia viimeistään laskennan lopuksi on hyvä käydä lasketut massat läpi. Kustannuslaskentaohjelmistossa on myös hyvä työkalu laskentaan liittyvien virheiden etsimiseen. Tarjousta tuplaklikkaamalla saadaan tarjouksen tiedot auki. Ikkunan alareunassa on ”Loppusivu” -painike, jota painamalla ohjelma ilmoittaa tarjouksessa esiintyvistä virheistä ja puutteista. Mahdollinen virhe voi olla esimerkiksi se, että joltain tuotteelta puuttuu hinta.

Lisäkustannuksia aiheutuu muistakin vaativuus- ja olosuhdelisistä kuin asennuskorosta. Taulukossa 4 on esitetty Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimuksen mukaisia vaativuus- ja olosuhdelisiä IV-asennuksille. Näillä vaativuus- ja olosuhdelisäprosenteilla korotetaan kunkin kanavan tai laitteen normituntiaikaa eli siihen kuluvaa asennusaikaa. Varsinkin kuilulisä on merkittävä korkeissa rakennuksissa, joissa kuilut ovat useita kymmeniä metrejä korkeita ja kanvakoot ovat suuria.

Laskijan pitää tutustua kohteeseen, jotta muun muassa taulukon 4 mukaiset vaativuuslisät voidaan ottaa huomioon laskennassa. Näitä lisiä ei saa automaattisesti mukaan laskentaan, koska tietomallista ei saada sellaista tieota, jonka perusteella tiettyyn asennuksen voisi yksiselitteisesti lisätä jonkun lisäprosentin.

Taulukko 4. IV-asennuksien vaativuus- ja olosuhdelisät [7, s. 138–139].

Kuilulisä	20 %
RST, HST tai pinnoitettu materiaali	10 %
Asennukset laboratoriossa jaa erityistä puhtautta vaativat työt, vaativampi kuin P1-luokka	30 %
Yli 1mm:n pellistä tehty kanava	20 %
Konehuonelisä, koskee kanavistoja	30 %
Vapaan työskentelytilan korkeus 0,90 m	50 %
vapaan työskentelytilan korkeus 1,8 m	25 %
Työskentelykorkeus lattiasta tai maasta kanavaan yli 5,0 m	25 %
Työskentelykorkeus lattiasta tai maasta kanavaan yli 8,0 m	50 %

Taulukossa 5 on esitetty Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimuksen mukainen vaativuuslisätaulukko. Lisäksi konehuoneeseen asennettavista putkista tulee konehuonelisä, joka on suuruudeltaan 30–35 % [7, s. 100, 106].

Taulukko 5. Putkiasennuksien vaativuuslisätaulukko [7, s. 94].

Hitsattavat HST-putket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Hitsattavat RST-putket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Hitsattavat HST- ja RST-putket suojakaasulla hitsattaessa	+ 20 %	metrinormiaikoihin
Luokkahitsattavat teräsputket	+ 20 %	metrinormiaikoihin
Höyry- ja lauhdevesiputket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Sairaalakaasuputket Sairaalakaasuputket koteloon asennettuina lisäkorotus	+ 10 % + 20 %	metrinormiaikoihin metrinormiaikoihin
Laboratoriokaasuputket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Hammaslääkärintuolin imu- ja kaasuputket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Sairaaloiden ja laboratorioiden di-ionivapaat, ionivapaat ja tislatun veden putket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Yksinomaan sairaala- ja laboratoriokalusteisiin liittyvät paineilma-, vesijohto- ja viemäriputket	+ 10 %	metrinormiaikoihin
Yksinomaan laitoskeittiölaitteisiin liittyvät vesijohto- ja viemäriputket	+ 15 %	metrinormiaikoihin

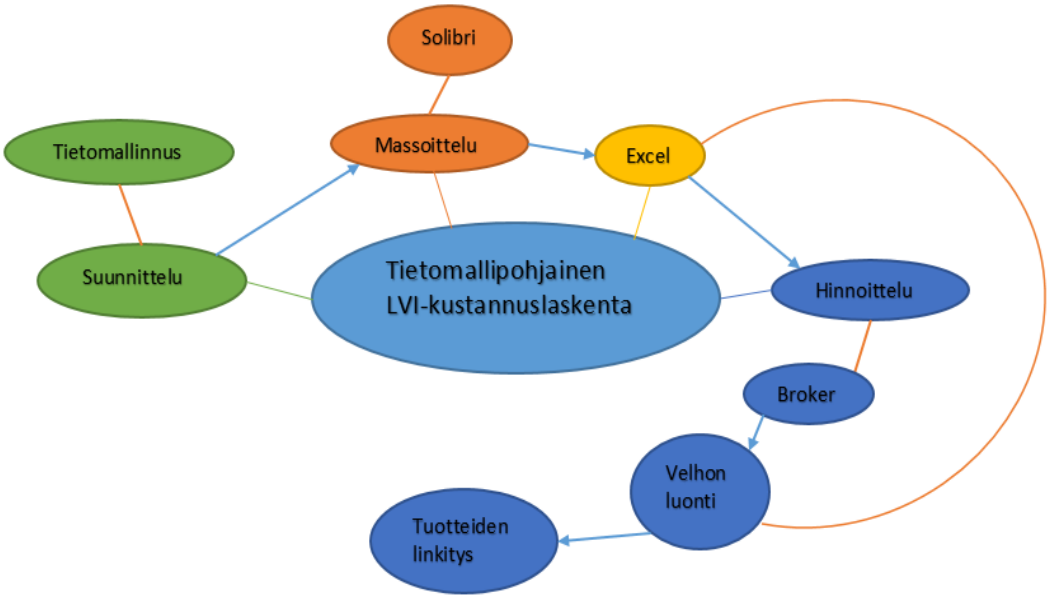
Suunnittelun tasosta riippuen, massat saadaan tietomallista tarkemmin, kuin käsin tasokuvista laskemalla ja mittaamalla. Käsin laskiessa tulee ottaa huomioon putki- ja kanavalinjojen pystynousut ja -laskut, joita voi olla välillä vaikea huomata tasokuvista, puhumattakaan niiden pituuksien mittaamisesta. Käsin laskettaessa tulee olla tarkkana ja

merkitä huolellisesti kaikki, mitä on jo laskettu, jotta samaa tavaraa ei lasketa moneen kertaan. Jotkut tavarat saattavat olla useassa eri LVI-kuvassa (esimerkiksi vesi ja viemäri ja lämmitys ja jäähdytys), joten tulee olla huolellinen, että ne lasketaan vain kerran ja oikeaan urakkaan. Tällaisia tuotteita voivat olla esimerkiksi kierrätysilmakoneet ja puhallinkonvektorit. Myös muita tuotteita voi esiintyä tasokuvissa kahteen kertaan esimerkiksi tasokuvien osien raja-alueilla, eli niissä kohdissa, jotka näkyvät molemmissa osissa.

Tietomallista kaikki tulee laskettua niin kuin ne ovat suunnitelmissa. Putkien ja kanavien metrimäärät tulevat suoraan suunnitteluohjelmasta. Samoja tuotteita ei voi tulla laskettuksi moneen kertaan raja-alueilla, koska tietomallia ei ole jaettu moneen eri osaan, toisin kuin paperikuvat. Useimmiten laaditaan erilliset tietomallit eri LVI-aloista (ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys, vesi ja viemäri). Joskus massat kuitenkin otetaan yhdistetystä LVI-tietomallista. Jos massoitteluun käytetään yhteistä LVI-tietomallia, jossa on kaikki LVI-tekniset asennukset, on mahdollista, että eri urakoihin liittyvät tuotteet ovat tietomallissa useaan kertaan. Tällöin on myös mahdollista, että ne tulevat massalistaankin moneen kertaan. Massoitteluvaihe tulee tehdä huolellisesti, jotta tällaisilta virheiltä vältytään.

Kustannuslaskentaohjelmistosta tuotteille saatavat hinnat tulevat suoraan tukkureilta ja ovat siksi aina ajan tasalla. Toisaalta hinnastot vaihtelevat paljon eri urakoitsijoiden välillä. Periaatteessa mitä enemmän tuotteita ostaa, sitä enemmän niistä saa alennusta. SRV ei käytännössä osta tukkureilta mitään. SRV hankkii joitakin isompia koneita itse, kuten IV-koneita, suoraan laitevalmistajalta. Tästä syystä SRV:lle kustannuslaskentaohjelmistossa näkyvät hinnat ovat usein korkeampia, kuin muilla urakoitsijoilla.

Kuvassa 13 on esitetty tietomallipohjaisen LVI-kustannuslaskennan päävaiheet. Siniset nuolet kuvaavat vaiheiden etenemisjärjestystä ja punaiset viivat asioiden välistä riippuvuutta.



Kuva 13. Tietomallipohjaisen LVI-urakkalaskennan prosessikaavio.

Koko tietomallipohjainen LVI-urakkalaskenta on prosessina vielä niin uusi, että jokaisen lasketun kohteen kohdalla on tullut uusia haasteita ja ongelmia. Sen takia prosessin nopeutta ei voida vielä verrata toisiin menetelmiin. Jos laskettaisiin jo kertaalleen laskettu kohde uudestaan, aikaa tähän menisi massoitteluvaihe mukaan lukien noin tunti. Uutta kohdetta laskettaessa pitää ottaa myös huomioon aika, joka kuluu kohteeseen perehtymiseen.

Lähteet

1 Mikä on SRV. 2016. Verkkodokumentti. SRV. <https://www.srv.fi/>. Luettu 14.9.2016.

2 SRV Malli. 2016. Verkkodokumentti. SRV. <https://www.srv.fi/srv-yhtiona/srv-yhtiona/srv-malli>. Luettu 14.9.2016.

3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. RT-Ohjekortti 10-11069. Helsinki: Rakennustieto Oy.

4 Pirhonen, Jere. 2016. LVI-projektipäällikkö. SRV Rakennus Oy. Haastattelu 22.9.2016.

5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. LVI-Ohjekortti 03-10277. Helsinki: Rakennustieto Oy.

6 Lepola, Ville-Jussi. 2013. Tarjouslaskennan kehittäminen. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

7 Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimus. 2014. Helsinki: Rakennustieto Oy.

8 Putkistojen asennus. 2014. LVI-Ohjekortti 20-10348. Helsinki: Rakennustieto Oy.

9 Vähä-Herttua, Otto. 2014. Taloteknisten putkistojen materiaalit ja liitostavat. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.